# INFORME

SOBRE

LA TEORIA DEL ASTRONOMO ALEMAN RODOLFO FALB

ACERCA DE LOS

# TEMBLORES Y ERUPCIONES VOLCANICAS

PRESENTADO A LA FACULTAD DE CIENCIAS

DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN MARCOS DE LIMA

POR UNA COMISION DE SU SENO

COMPUESTA POR LOS CATEDRATICOS DR. D. MARTIN DULANTO
Y DR. D. JOSE SEBASTIAN BARRANCA.



LIMA.

IMP. DE "EL NACIONAL," MELCHORMALO, 139.

1869.

# Señor Decano:

Comisionados por esa facultad, los profesores que suscriben, para examinar y emitir nuestro juicio acerca de la teoria del Abate Rodolfo Falb, sobre temblores y erupciones volcánicas, hemos discutido larga y detenidamente, á presencia y con intervencion de US., todas las cuestiones que ella comprende. No nos lisongeamos sin embargo, de ofreceros hoy un análisis completo de dicha doctrina y mucho menos de que nuestras apreciaciones sean la expresion fiel de su valor intrínseco, porque para esto seria necesario tener á la vista todos los trabajos que Falb ha hecho sobre el mismo asunto y ejecutar una multitud de cálculos, que por ahora no seria posible, sin datos ni elementos para ello. El folleto traducido por el señor Pfücker solo contiene las nociones características de la mencionada teoria, cuyos comprobantes parece que se hallan en otras dos entregas del mismo autor que se están publicando yá bajo los títulos siguientes—«Relaciones que tienen entre sí los temblores y los volcanes, y aplicaciones de su teoria á los últimos veinte años, desde 1848 hasta 1868»—«Aplicaciones de la teoría á la Luna; pruebas del estado termo-líquido del núcleo central de la tierra»—«Perspectivas.»

Esto no obstante, y á fin de llenar los deseos de esa corporacion, expondremos brevemente á US. las ideas y conclusiones á que nos ha conducido dicho exámen.

---

Tres son señor Decano, las partes principales que abraza la teoria de Falb: una referente á sus fundamentos generales; otra en que trata dicho astrónomo de demostrar la conformidad de su doctrina con los hechos observados; y la tercera en que fija y discute las circunstancias geológicas y astronómicas pue pueden servir, segun él, de datos para el pronóstico de los fenómenos de que se ocupa. Trataremos por separado de cada una de ellas.

# PRIMERA PARTE.

## Fundamentos generales.

La teoria de Falb rueda y se funda sobre dos hipótesis que dicho físico toma como principios: la termo—líquides de la materia central de nuestro globo, y la deformacion que aquella sufre ó tiende á sufrir por efecto de las influencias atractivas del Sol y de la Luna: principios cuestionables y cuya certeza no puede admitirse sin discusion, ni reserva en la ciencia.

Verdad es que casi todos los geólogos modernos inclusive Humbolt se pronuncian hoy por la teoria del fuego central; fundados en la forma esferoidal de la tierra, en el aumento progresivo y siempre creciente de las temperaturas que se observan en los interiores de esta, en el solevantamiento, naturaleza y estructura especiales de los terrenos, en la incandescencia de las materias que de vez en cuando vomitan ciertos volcanes, y en otros muchos fenómenos que todos juntos conducen á tal resultado.

Verdad es tambien que por la misma teoria no solo se explican satisfactoriamente la mayor parte, ó casi todos los cambios geológicos que ha sufrido y sufre nuestro planeta en el trascurso de los siglos y del espa-

cio, como así mismo el orígen y d esenvolvimiento físico, gradual y sucesivo de la vida orgánica sobre su superficie, sino que ademas, por ella podemos elevarnos hasta el orígen cósmico de aquel, segun el sentir de Sir William Herschell y de Laplace, quienes le suponen formado primitivamente, de un anillo desprendido de la materia luminosa del Sol, conforme á los principios de su célebre teoria, referente al orígen y constitucion de nuestro sistema planetario. Pero tambien es cierto que todo esto nace de inducciones, que si bien nos inclinan en favor de la tal teoria sobre el fuego central, no engendran sin embargo, á este respecto, la certidumbre de una verdad demostrada; y en prueba de ello baste decir que otros muchos geólogos de gran nota, explican ó pretenden esplicar, los mismos fenómenos, por otras hipótesis mas ó menos ingeniosas, como v. g. la teoria mecánica, la química, la eléctrica y otras varias.

No pretendemos por esto combatir la preindicada teoria del fuego central, sino fijar únicamente su valor propio ante la ciencia, porque asi se comprenderá mejor el grado de verosimilitud y de ascenso que podemos y debemos dar á las funestas predicciones del sábio aleman.

Para nosotros, es cosa indudable que hay, ó que se forma, en el interior de la tierra, una gran cantidad de materia ignea, pero con respecto á su orígen causas y modo de formacion, parece que nada puede aun aseverarse de una manera cierta y absoluta, pues el caracter positivo ds las ciencias físicas, rechaza hoy con justa razon todo lo que es hipatético y mira con cierta desconfianza lo que es puramente inductivo, mientras la experiencia directa no viene á confirmar nuestras conjeturas.

Pero supongamos que el corazon de la tierra fuera ó sea realmente líquido–cálido segun la expresion de Falb. ¿Cuál será su estension y su forma? De qué manera las influencias atractivas del Sol y de la Luna tienden á deformarlo? Son efectivas las presiones que Falb supone sobre la corteza terrestre? Y hasta que punto puede admitirse que los terremotos y las erupciones vol-

cánicas tengan por causa las indicadas presiones? Cuestiones son estas que dicho astrónomo trata con maestria, y cuya solucion vamos á exponer, para sentar las bases de nuestro juicio sobre su sistema.

Segun las observaciones de Mr. Cordier la temperatura de las capas subterráneas aumenta un grado centígrado por cada 25 metros de profundidad, sobre aquella que ofrece la capa invariable, cuya temperatura espresa como se sabe, la media superficial correspondiente, y cuya profundidad sin embargo de que varia con los lugares oxila solamente entre 33 centímetros y 24 metros, segun M. Boussingault, contando del Ecuador á los polos. De donde resulta, que si la existencia del fuego central es cierta, como estas observaciones tienden á probarlo, á la distancia de 2,500 metros por debajo de la superficie tendremos ya la temperatura del agua hirviente; á la de 25 miriámetros la de fusion del fierro, y en el centro mismo de la tierra la inconcebible temperatura de 250,000 grados, poco mas ó menos, de la referida escala.

Muchos opinan que conforme á las leyes conocidas del calórico, este aumento progresivo de las temperaturas interiores no pasa de ciertos límites, pero bien se deja ver que si tales aumentos nacen del estado igneo en que se suponen las entrañas de la tierra, cualquiera que sea su límite, las capas centrales de aquella tendrán siempre tal temperatura que ninguna de las sustancias conocidas podrá resistir á la fusion; y que por consiguiente la corteza fria y sólida que habitamos debe ser tan delgada que bien puede mirársela como una ligera película débil y frágil en proporcion á la gran potencia que abriga en su seno. Corteza que segun Mr. Cordier aumenta contiuuamente de espesor por la adicion de nuevas capas que poco á poco se van concretando por efecto de un enfriamiento lento pero constante y positivo, y cuyo total espesor no exede ahora segun cálculos aproximados de 20 millas geográficas segun Humbolt, de 21 ½ segun Bischof, de 24 segun Beumont, &, teniendo 7,912 millas de las mismas, el diámetro medio de la tierra.

Bajo el supuesto de que el fuego central exista, se deduce tambien: 1.° que la materia termo–líquida debe llenar por completo la cavidad interior de la tierra, 2.° que su separacion de la corteza no puede ser brusca sino gradual y sucesiva; no solo con respecto á la temperatura sino tambien á la consistencia; 3.° que la referida corteza debe ser por esta razon, mas ó menos blanda y elástica en toda su extension, y 4.° que su forma se amoldará indudablemente á la de la cavidad que la contiene.

Estas consecuencias nos parecen evidentes por si mismas y consonantes con los principios sentados por Falb. Sin embargo, diremos dos palabras sobre la primera que es la única de que tal vez pudiera dudarse.

Que la materia termo–líquida consabida debe llenar por completo la cavidad interior de la corteza terrestre, se deduce naturalmente de la constitucion primordial del globo, como asi mismo del orígen y modo de formacion que se le atribuye á la corteza fria que hoy la envuelve. Si la tierra fué originariamente, como se dice, una masa de materia ignea y fluida, parece indudable que esta no ha podido concretarse sino perdiendo parte de su calórico, que su infriamiento por esta causa iria condensando cada dia mas y mas sus moléculas, hasta determinar su estado actual; y que las primeras capas que por tal efecto se formaron quedarian sin duda pegadas á la superficie de la masa incandescente, del mismo modo y por las mismas razones que la costra helada de los mares polares queda unida y cubriendo al resto de la masa líquida que se mueve por debajo de ella.

El enfriamiento y la solidificacion de las mencionadas capas no ha podido verificarse como lo dice Falb, sino en el trascurso de muchos años; como lo prueban las condiciones estratíficas de los terrenos; las huellas seculares que de sus evoluciones se observan en todas las regiones exploradas de la tierra, y como tienden á probarlo tambien las observaciones y los cálculos de Bischof. La poca consistencia de aquellas en su principio y la fuerza superabundante del fuego central explican sa-

tisfactoriamente la formacion de las gigantezcas montañas y de los numerosos volcanes que hoy se notan en la superficie de nuestro globo. La mucha resistencia que ahora ofrecen por efecto de su mayor espesor y de la union mas íntima de sus moléculas, dan razon de la rareza de dichos fenómenos en el dia: y la semi-blandura de acuerdo con la elasticidad consiguiente á las capas todas de la corteza, explican tambien el descenso de los terrenos para llenar los vacios que sin esta circunstancia pudieran imaginarse, á causa de la materia empleada en la formacion de las montañas y de la vertida en la superficie por causa de las erupciones volcánicas. Si hay pues cavidades interiores como muchos lo aseguran, estas no pueden ser otra cosa que grandes células inter-costrales y de ninguna manera vacios centrales, bajo el supuesto de que el corazon de la tierra esté realmente incandescente ó líquido-cálido como dice Falb.

Con respecto á la deformacion que la materia termo-líquida sufre ó tiende á sufrir, por las influencias atractivas del Sol y de la Luna, y á las presiones que de esto pueden resultar sobre la costra sólida que la cubre, sentaremos aquí para su exámen las conclusiones generales del autor:

1a. Dice Falb, que si el núcleo líquido-cálido de nuestro planeta, se hallara libre de su corteza y libre tambien por lo tanto, el movimiento de sus moléculas provocado por el Sol, su forma esférica solo quedaria invariable, en el caso de que todas aquellas hicieran el mismo movimiento respecto á direccion y cantidad que el centro x, en su gravitacion hacia el Sol, que supondremos en S; pero que siendo desiguales y diversas las distancias Sx Sa Sb Sd & el diámetro antero posterior se alargaria y el bilateral se acortaria resultando de aquí que toda la masa tomaria la forma elipsoidea a'b'c'd' fig. 1a.

2a. Que no pudiendo tal deformacion verificarse bajo las condiciones actuales de dicho núcleo, porque la costra dura de la tierra le opone constantemente una fuerte resistencia, la materia termo-líquida tiene que afec-

tar la forma que su cubierta le permite, sin dejar por eso de tender siempre á la deformacion referida, de donde nacen presiones centrífugas mas ó menos poderosas sobre las capas superpuestas que tienden á conmoverlas, levantarlas ó romperlas en proporcion á su empuge, dependiente de la atraccion solar; mientras que las capas solicitadas resisten á medida de su pesadez y de su solidez interior.

3a. Que la Luna por efecto de su atraccion sobre la tierra, produce ó tiende á producir tambien sobre el corazon fluido de esta, fenómenos análogos á los que provoca el Sol, con la diferencia, que los de aquella son mas enérgicos y movibles que los de este á causa de su mayor inmediacion á nosotros y del menor tiempo que emplea para recorrer su órbita,

4a. Que las presiones desarroyadas conforme á los principios y causas precedentes son dobles y diametralmente opuestas, que se ejercen de preferencia en sentido del eje mayor del elipsoides, y que las oleadas interiores provocadas por la influencia simple ó combinada de los astros ante-dichos, no determinan movimientos reales en la masa termo–líquida sino solamente presiones estáticas por decirlo asi.

5a. Que la energia de tales efectos cambia por diversas circunstancias, como son la posicion y distancias respectivas de cada uno de los astros mencionados á la tierra, y la combinacion ó separacion de sus acciones sobre la misma, pudiendo por esta causa considerarse un máximum, un medium y un mínimum de accion, de aquellos sobre esta, ya se les considere solos ó combinados en sus consabidas influencias; y

6a. Que la resistencia de la corteza terrestre, variable por su naturaleza misma, no solo depende de su espesor absoluto sino tambien de las particularidades geológicas, hidrográficas y geotectónicas de sus diversas regiones.

La forma esférica que Falb le supone al núcleo terrestre separado de su corteza solo tendrá lugar en el caso de quietud y de que su densidad fuese homogenea en

todas las regiones equidistantes de su centro de figura; porque solo asi serian iguales en todos sentidos las fuerzas de su propia pesadez, condicion indispensable para el equilibrio de todas sus moléculas y para la determinacion de la forma esférica que es la forma de equilibrio perfecto, segun las leyes de la estática racional, y como lo ha demostrado esperimentalmente M. Plateau. Pero sabido es que nuestro planeta tiene un doble movimiento de Occidente á Oriente: uno de traslacion al rededor del Sol y otro de rotacion sobre su propio eje; cuyas fuerzas combinadas engendraron desde el principio la forma esferoidal de aquel, como la ciencia y la esperiencia lo demuestran.

Sin embargo no negaremos por esto la posibilidad de que la accion solar determine presiones de la materia termo-líquida sobre la certeza terrestre, porque considerando sus atracciones en cada una de las zonas circulares paralelas á la línea equinoccial, y principalmente sobre aquellas que comprenden las dos fajas ecuatoriales, parece que nada se opone á que respecto de cada una de estas produzca efectos análogos á los de la figura 1a.—Solo si, que tales presiones, serán siempre muy déviles en razon de la gran distancia que media entre la tierra y el Sol, y de la forma misma del globo, ensanchado por el Ecuador y deprimido por los polos, bajo cuyas condiciones se fué enfriando poco á poco, lentisimamente como lo hemos dicho y formándoos por decirlo asi la corteza ó molde de la materia ignea, cuando la fuerza repulsiva de esta era indudablemente mucho mayor que ahora, y cuando aquella, naciente aun, se prestaba mas fácilmente á seguir todas las formas y modificaciones interiores.

Que la Luna debe producir en el fuego central y en la corteza terrestre fenómenos semejantes á los del Sol, y de que estos serán siempre mas enérgicos que aquellos, parece indudable, si se tiene en cuenta, que la Luna ejerce tambien atraccion sobre la tierra, que su distancia de nosotros es 400 veces menor que la del Sol, que las atracciones planetarias siguen la razon inversa de

los cuadrados de las distancias respectivas, que su accion sobre los diámetros bilaterales de cada una de las secciones ecuatoriales, tiende á producir mayor deformacion por efecto de su mayor angulacion &. Y finalmente por lo que pasa en las mareas oceánicas, sobre cuya determinacion la observacion y el cálculo enseñan que la accion de la Luna, supera con mucho á la del Sol; siendo á este respecto, la relacion de sus intensidades, como 1. á $\frac{2}{5}$ segun Smit.

Parece admisible tambien la duplicidad de las presiones que Falb supone, sobre la corteza terrestre, dependientes de la deformacion que tiende á sufrir la materia termo–líquida, como asi mismo el sentido de sus mayores influencias, y la naturaleza estática de aquellas: fenómenos y principios sobre los que no insistiremos ahora, porque nos parecen lógica y rigurosamente demostrados por Falb. Solo si agregaremos aqui, que las denominaciones de olas y mareas, base de olas, culminacion de presiones, &, que Falb adopta como términos formulares para simplificar su expresion, sin embargo de que á primera vista parecen impropias é inadecuadas á su misma significacion, nacen de una rigurosa analogia como es fácil concebirlo inspeccionando la fig. 2a. por la cual se demuestra claramente que la superficie engendrada por los clipsoides ab cd xn & seria realmente on dulosa si sus deformaciones tubieran lugar fuera de la corteza terrestre.

Por lo que hace á los cambios que segun Falb pueden sufrir las presiones, creemos que nada puede observarse á la teoria, pues los cambios de posicion y distancias astronómicas citadas por aquel, son hechos, sobre cuya posibilidad nadie dudará. Siendo por la mísma razon posibles tambien, las diversas combinaciones que dicho astronómo apunta respecto á los oleages interiores.

Finalmente, que la resistencia de la corteza terrestre debe ser variable y diversa en las diversas regiones del globo, es á nuestro juicio, una verdad de que no podrá dudar quien tenga las mas ligeras mociones de geologia. Sentadas estas bases y concediendo por un momento

que la existencia del fuego central, sea una verdad real y demostrada, examinemos ahora, si las presiones indicadas pueden tomarse como causa de los terremotos y de las erupciones volcánicas, y si solo son ellas las que engendran tales fenómenos.

Muy dificil es fallar decididamente sobre la verdad ó falsedad de principios como estos, cuyo valor intrinsico no puede fijarse á priori, sino mediante la observacion y la experiencia, combinados con el cálculo, preciso y exacto, de todas las fuerzas que concurren á su determinacion. Asi por ejemplo, en el presente caso seria necesario conocer á punto fijo, el grado de resistencia que ofrece la corteza terrestre á la deformacion que tiende á sufrir la materia ignea, que lleva en sus entrañas, la fuerza con que esta tiende á deformarse, y la relacion dinámica de entrambas, tanto en su valor absoluto, como relativamente á la constitucion especial de la corteza, en las diversas regiones del globo; y á las diversas intensidades con que obran los astros, Sol y Luna, en sus diferentes posiciones astronómicas; porque solo asi podria valorizarse la resultante de sus variadas influencias sobre la tierra, y conocer por consiguiente la direccion y cantidad de sus resultados finales; datos de que hoy carece la ciencia y de que carecerá sin duda por mucho tiempo mas, mientras no se determine con exactitud el verdadero espesor de la corteza terrestre, la densidad y estructura propia de sus diversos terrenos, sus variedades topo-gráficas é hidrográficas, y las modificaciones que introducen en la fuerza agresora, la intervension favorable ó adversa de los otros astros que nos rodean.

Todo lo que á este respecto podemos decir ahora es pues, que si el fuego central existe como lo suponen los geólogos, parece indudable que su maza tenderá siempre á deformarse, del mismo modo y en el mismo sentido que lo hacen las aguas del mar: que de esta metamórfosis resultarán presiones mas ó menos fuertes sobre la corteza terrestre, semejantes á las que producirian las mareas occeánicas sobre una capa de hielo que cubriese toda la superficie de los mares: que su energia de

accion debe variar con las distintas posiciones del Sol y de la Luna: que de la relacion dinámica entre la fuerza agresora y la resistente puede realmente sobrevenir como dice Falb ó el equilibrio de estas, ó la perturbacion sensible del suelo; pudiendo resultar en este último caso una conmocion simple, un solevantamiento de las capas heridas por la presion, ó las erupciones volcánicas; como la expresion de la super-intensidad de aquella sobre la resistencia de la costra.

Estas conclusiones si bien hipotéticas, son sin embargo muy ajustadas á los principios sentados por Falb. Nosotros no afirmamos ni negamos aqui la realidad de los hechos; solo expresamos nuestro juicio sobre el valor teórico de la doctrina; y este creemos que lo tiene, no como quiera, sivo en alto grado, como tenemos el placer de confesarlo ahora tributándole los merecidos elogios á su ilustre autor.

Por último y antes de terminar el exámen de estos fundamentos de la doctrina que analizamos, observaremos de paso que no es Falb solamente quien anuncia la intervencion que tienen ó que pueden tener la Luna y el Sol en la produccion de los temblores y de las erupciones volcánicas, pues ya otros grandes y distinguidos naturalistas habian expresado sus sospechas á este respecto. Carlos Lyell en su tratado de Geologia edicion francesa de 1846 página 495 dice: que M. Cordier admitia mareas en el Oceano interior y fundido de la tierra, las cuales, seguu dicho célebre fisico, no podian tener menos de 4 á 5 metros de altura cuando el globo se hallaba en su estado de fluides perfecta.—Humbolt en su «Cosmos» edicion castellana de 1851 página 185 dice: «La atrccion del Sol y de la Luna que eleva las aguas del Oceano y produce las mareas debe dejarse sentir tambien, bajo la bóveda que forman las capas ya solidificadas, produciendo sin duda en la masa fundida un flujo y un reflujo, una variacion periódica de la presion que la bóveda experimenta.»—Jahn en sus «recreaciones para los amigos de la astronomia» se expresa como lo refiere Falb página 53 en estos tér-

minos: «Una concurrencia tal de novi y plenilunios principalmente eclípticos con temblores, erupciones volcánicas y huracanes no es rara y parece significar una influencia de Sol y Luna que alcanzando hasta el interior del globo terrestre merece la atencion de los físicos.»—Zercher y Mergolle en su tratado de volcanes y terremotos edicion castellana de 1867 página 317 dicen lo siguiente: «En Europa se han observado generalmente mas terremotos en otoño é invierno que durante la primavera y el verano». M. Alejo Perry que reune desde hace muchos años todos los documentos relativos á estos fenómenos, va hasta concluir en una memoria presentada á la academia de ciencias de Paris, que su frecuencia aumenta en las zizigias y cuando la Luna se encuentra en la inmediacion de su perigeo. Segun el mismo autor, «los sacudimientos son igualmente mucho mas frecuentes cuando la Luna se halla en las cercanias del meridiano que cuando está á 90 grados de él.»

Hay mas todavia y esto sea dicho para honra de nuestro pais. La nueva teoria que sobre temblores y erupciones volcánicas ofrece al mundo científico Alexis Perrey en Francia y Rodolfo Falb en Alemania, estaba ya casi totalmente desenvuelta en su parte astronómica desde 1729 por nuestro ilustre y distinguidísimo astrónomo Dr. D. Juan de Barrenechea catedrático de Matemáticas en la Universidad de San Marcos de Lima, como lo manifiestan sus cálculos y observaciones contenidas en su obra titulada «Nueva observacion astronómica del periodo trágico de los temblores grandes de tierra» impresa en esta ciudad, primeramente en 1729 y reimpresa en 1734 de la cual reproducimos á continuacion los párrafos siguientes como comprobantes de nuestro aserto:

«Este es el asunto lector mio de esta nueva observacion Astronómica arreglada á Europa y Asia, y de la América á los Reinos del Perú, Chile y Guatemala, con tanta probabilidad, que en toda la superficie terraquea de Europa y Asia parece que naturalmente no puede acaecer terremoto grande hasta en tanto que los Nodos

Dragónicos lunares se hallen en los signos Equinociales de Aries y Libra, ó en los Solsticiales de Cáncer y Capricornio: y en el Perú, hasta que se halle uno de dichos Nodos en el Aquario ó Escorpion: en Chile en Cáncer y Capricornio: y en Guatemala en los signos de Aries y Libra como en el progreso de esta obra lo veremos.»

«Otros Philosophos discurren que estos cuerpos salitrosos se dilatan y conmueven por si mismos, por constar de sustancia flatuosa que con su propia agitacion fácilmente se convierte en aire: Y hora se originen los temblores de este ó del otro modo, en ambos cooperan las aguas subterraneas gobernadas de los poderosos giros de la Luna, por la virtud mas activa, que este planeta tiene en las mas concéntricas Zizigias con el Sol. Esto es en aquellas conjunciones y oposiciones mas inmediatas á los Nodos de que se causan los eclipses máximos acaecidos en los signos ó constelaciones que dominan en las regiones arregladas con nuestra observacion periódica de terremotos grandes.»

«Lo que pretendemos probar con nuestra nueva observacion periódica es, que los terremotos grandes solo pueden acaecer durante las Mansiones Dragónicas en Aquario, ó Escorpion, y no en otro ningun tiempo hora acaescan en el mar, ó en las tierras incógnitas, ó en las conocidas de nuestra superficie arreglada. A lo que me persuado sin impugnacion es: que naturalmente en toda mansion, los temblores pequeños serán mas repetidos, que en otro ningun tiempo.»

«De las Zizigias de Sol y Luna: las de conjuncion mas concéntricas al centro de la tierra son las mas poderosas. Primero trataremos de estas y en el capítulo siguiente de los plenilunios: y para mas claridad é inteligencia se separarán en clases: y de estas hemos de inferir con evidencia los mayores ó menores terremotos, que acaecerán en cada Mansion Dragonica: pues es cierto, que estos aspectos Sol-lunares mas concéntricos son en las aguas del mar y en los subterraneos mas poderosos que otro alguno de la Eterea Region.»

«Estas dos partes del Mundo padecen horrendos y fre-

cuentes movimientos, y segun nuestro nuevo método de observarlos, parece, que no puede haber terremotos magnos en aquellas Regiones hasta en tanto que los dos Nodos Dragónicos Lunares se hallen en los signos de Aries y Libra Equinocciales; ó en los de Cáncer y Capricornio Solsticiales; y que asi mismo concurra durante dichas dos mansiones algun Eclipse de primera, segunda, ó tercera clase, como de las observaciones de los terremotos siguientes consta.»

«Esta observacion es tan necesaria, que sin ella no se puede colegir, si durante una mansion Dragónicaa ó poco antes que empiece, ó poco despues que acabe, puede haber terremoto notable en las regiones arregladas con nuestra Periódica observacion. Para esto se observarán puntualisímamente todos los Eclipses grandes y pequeños de Sol y Luna, y si durante la Mansion Dragónica hubiera alguno, ó algunos de primera, segunda ó tercera clase, los cuales están ya graguados en el capítulo VII es próxima y casi evidente causa de terremoto magno en el término de aquella Mansion.»

Todo esto parece revelar pues, que no son ni Rodolfo Falb, ni Alexis Perrey, los autores originales de la nueva teoría Geológico–Astronómina sobre temblores y erupciones volcánicas, ó que por lo menos no corresponde á ellos la prioridad de la invencion, sino á nuestro compatriota citado Dr. D. Juan de Barrenechea. Sin embargo debe observarse con imparcialidad que si bien Barrenechea sospechó y demostró la influencia astronómica del Sol y de la Luna en la produccion de tales fenómenos, la parte geológica de su teoria difiere esencialmente de la de Falb. Barrenechea supone que las presiones son desenvueltas por la vaporizacion de las aguas subterráneas y por los gaces que originan las reacciones químicas del interior, mientras que Falb las hace nacer, mas científicamente á nuestro juicio, de las deformaciones que tiende á sufrir la materia termo—líquida central segun queda expuesto. Ambos admiten el calor central es cierto, pero divergen respecto al orígen geológico de las presiones. Y bajo este aspecto cree-

mos que Falb, no solo tiene los honores de la invencion, sino que ha sabido tratar la materia con inteligencia y maestria, merced á los progresos posteriores de la ciencia.

Finalmente: ¿Son las presiones centrífugas de la materia termo-líquida sobre la corteza terrestre, las únicas que engendran ó pueden engendrar los temblores y las erupcienes volcánicas? Muy dificil es responder categóricamente sí ó nó á tal pregunta, pues en el estado actual de la ciencia, no tenemos mas, á este respecto, que hipótesis mas ó menos ingeniosas. M, Cordier á pesar de que admite las mareas interiores de la materia ignea, cree sin embargo que aquellas son tan débiles que no pueden conmover la tierra, y busca la causa de los fenómenos ante-dichos en el enfriamiento sucesibo de la tierra. Para este geólogo la contraccion capaz de hacer disminuir un milímetro al radio terrestre basta para producir 300 erupcionas volcánicas.—Humbolt dice tambien que las oxilaciones del fluido igneo deben ser muy débiles y que no podemos atribuir á ellas sino á fuerzas interiores mas enérgicas los temblores de tierra.—M. Ampere, por el contrario, refiriéndose á la fuerza atractiva de la Luna dice terminantemente: «que es imposible concebir como la corteza terrestre pueda resistir sin despedazarse á la accion incesante de una especie de Ariete hidráulico de 1400 leguas de longitud.» [*]—Beumont y Dufrenoy explican los temblores y los volcanes por la existencia de gaces en el interior del globo.—Marta-Beka supone la existencia de una atmósfera interior entre las capas sólidas y el nucleo termolíquido central.—Davy-Lyell y otros parten en sus explicaciones, de las reacciones químicas que segun ellos tienen lugar en el interior de la corteza.—Los de la teoría eléctrica, explican los mismos fenómenos por corrientes eléctricas subterráneas, provocadas principalmente por la accion del Sol.—Neeker y Volger explican los temblores por los derrumbres interiores, &, &.

---

[*] Teoría de la Terre en Revue des deux Mondes—Julio de 1833, página 148.

Como se vé pues, hay un número crecidísimo de teorias sobre las causas de los temblores y de las erupciones volcánicas, que forman un verdadero laberinto de opiniones diversas. Pero es digno de notarse que casi todos se fundan mas ó menos en la existencia del fuego central, y que todos los partidarios de esta teoría si bien disienten en la forma, en el fondo están conformes: es decir, que todos admiten presiones interiores de la materia ignea sobre su corteza y que solo divergen con respecto á la causa que las exita.

Para nosotros la causa da los temblores en circunstancias aisladas y para localidades circunscritas es muy compleja: su determinacion puede venir por ejemplo de la explosion de ciertos gaces inflamables como sucede en las minas de carbon de piedra, ó de los derrumbre interiores como lo dicen Neeker y Volger; pero los verdaderos terremotos y sobre todo las grandes erupciones volcánicas, parece que no pueden explicarse satisfactoriamente, sino por una de estas dos causas: ó bien por las corrientes eléctricas, ó por las influencias atractivas del Sol y de la Luna; porque son ellos los únicos que pueden obrar con la potencia y periodicidad que distingue á tales fenómenos, y aun de estos dos últimos parece mas racional decidirse por la segunda, por la notabilísima coincidencia que se nota entre ciertas posiciones de los mencionados astros y la presencia ó produccion de los diversos cataclismos que han afligido al mundo en estos últimos siglos, como lo haremos ver en el exámen de la tercera parte.

En resumen: de los fundamentos sobre que se basa la teoría de Falb, el primero es hipotético pero probable, casi verdadero pudiéramos decir por las numerosas pruebas que hay en su favor: y el segundo sin embargo de que es teóricamente admisible, creemos que solo la experiencia puede decidir sobre su valor intrínseco.

# SEGUNDA PARTE.

---

Comparacion de la teoría con los hechos.

Principiaremos el análisis de esta parte por el exámen de las explicaciones teóricas del autor, y en seguida trataremos de la conformidad de la doctrina con los hechos observados.

## CAPITULO I.

### EXPLICACIONES TEORICAS.

Segun Falb, los temblores y las erupciones volcánicas reconocen por causa principal, y tal vez única, la relacion dinámica entre la fuerza deformativa del nucleo termo-líquido y la solidez intrínseca de la corteza que lo envuelve; de cuya relacion, y teniendo en cuenta los cambios que pueden sufrir estos dos factores, deduce dicho astrónomo, la explicacion de todos los hechos que suelen ofrecer á nuestra contemplacion los mencionados fenómenos. De lo primero nos hemos ocupado ya en el exámen de los fundamentos generales; de lo segundo vamos á tratar ahora. Y para proceder con ór-

den, enumeraremos antes, todos los fenómenos de cuya explicacion se ocupa Falb.

1.° Naturaleza, orígen, forma y clases del movimiento seismico.

2.° Marcha y direccion de los temblores.

3.° Velocidad, fuerza y duracion de las sacudidas.

4.° Causa de los ruidos subterráneos.

5.° Formacion y desaparicion de las grietas que originan los temblores.

6.° Razon de los solevantamientos y del descenso de los terrenos en algunas regiones del globo.

7.° Formacion de nuevas Islas, orígen de los volcanes y razon de sus erupciones.

8.° Causas que modifican la estratificacion de los terrenos.

9.° Relaciones que tienen los temblores y los volcanes entre sí.

10. Y finalmente, cuales son las localidades mas expuestas á sufrir terremotos y erupciones volcánicas.

Con respecto á todo esto, las conclusiones de Falb nos parecen rigurosamente ajustadas á los principios fundamentales de su teoria. Su doctrina en esta parte la juzgamos completa, y creemos, que por su medio se explican satisfactoriamente todos los fenómenos antedichos, como vamos á manifestarlo.

Si la parte central de nuestro planeta está realmente incandescente, como lo suponen Falb y otros muchos geólogos modernos, y si la influencia atractiva de los astros, Sol y Luna, es innegable, la tendencia deformativa de aquel és admisible tambien, salvo para aquellos que ignoren las leyes generales de la gravitacion universal, ó que pretendan negar las influencias cósmicas de dichos astros sobre la tierra. Las presiones que por esta causa resultariañ sobre la corteza terrestre, son por la misma razon evidentes, y la resistencia que esta debe oponerles, tampoco puede negarse, porque es un hecho palpable y demostrable, que la pesades y la cohesion les dan á todas sus capas cierta consistencia y solidez. Mas, como siempre que dos fuerzas desiguales luchan en con-

trarias direcciones, la resultante debe producir sus efectos en el sentido de la mayor componente, tendremos para el presente caso, que cuando halla preponderancia dinámica por parte de los oleages interiores, sobre la resistencia estática de la corteza, el equilibrio de esta tendrá que turbarse conforme á las leyes de la mecánica; es decir: que solo se sentirá una vibracion cuando la primera fuerza no sea bastante para dislocar toda la masa herida; ó bien se tendrá un solevantamiento si aquella fuese mayor que el peso absoluto de la region sobre que actua; ó bien finalmente se producirá la fractura y perforacion de todas las capas, sobrepuestas, si la fuerza de empuje, siendo mas poderosa todavia, pudiera vencer ademas la atraccion molecular.

Estas explicasiones serán mucho mejor comprendidas si se recuerdan las propiedades generales de la materia, las leyes de la comunicacion del movimiento, los principios sentados por Falb, con respecto á los fundamentos de su doctrina y los movimientos generales del Sol, de la Luna y de la Tierra.

La corteza terrestre por efecto de su porosidad y de la mayor ó menor temperatura de todas sus capas no tiene ni puede tener á sus moléculas en contacto inmediato, su sèmi-blandura y elasticidad la hacen estensible y vibratil; los puntos mas culminantes de las olas, piro—oceánicas, son diametralmente opuestos, y la línea que determinan se dirige hácia el centro del Sol ó de la Luna; la tierra gira constantemente sobre su propio eje y al rededor del Sol, y finalmente la Luna tiene tambien dos movimientos distintos al rededor de la tierra: uno aparente que verifica en 24 horas y 51 minutos y otro verdadero por el cual desenvuelve su órbita en 27 ½ dias poco mas ó menos. De todo lo cual resulta:

1.° Que la fuerza de empuje que la córteza terrestre reciba de los oleages interiores no podrá trasmitirse instantáneamente á toda la masa, sino gradual y sucesivamente, de molécula á molécula, produciendo asi ondas circulares de conmocion al rededor de las regiones comprimidas, y engendrando ademas ruidos subterráneos

por choques, desgarraduras y vibraciones moleculares, como sucede por ejemplo en un muro que se percute con una fuerza considerable pero insuficiente para derribarlo.

2.° Que cuando la fuerza de empuge ante-dicha sea débil solo producirá ligeras conmociones, pero que siendo enérgica, no solo podrá solevantar los terrenos y abrir crateres volcánicos, sino tambien verdaderos, movimientos de traslacion en la corteza terrestre, y sobre todo, en los terrenos superficiales cuyas capas no teniendo al fin por encima otras á quienes comunicarles sus movimientos, tendrán que saltar de su centro con el impulso que reciban de abajo arriba; como sucede, por ejemplo, con los objetos colocados sobre la superficie de una mesa cuando á esta se le percute con fuerza por debajo.

3.° Que la primera manifestacion de un temblor debe ser una sacudida vertical de abajo arriba, pues las presiones que lo determinan obran de una manera centrífuga y en la direccion de los radios terrestres.

4.° Que teniendo la tierra, como queda dicho, un movimiento constante de Occidente á Oriente, los puntos culminantes de las olas deben tener un movimiento contrario, es decir, de Oriente á Occidente por cuya razon las sacudidas deben propagarse tambien en este mismo sentido y bajo la forma de corriente ondulosa en razon de su misma progresion y de las diversas resistencias que van encontrando en su camino, del mismo modo y por las mismas causas, que se presenta ondulosa la superficie de una corriente líquida, que se desliza por un canal de fondo áspero y forma desigual.

5.° Que los efectos mencionados no podrán tener lugar sino cuando la fuerza de los oleages interiores supere á la resistencia de la corteza terrestre, pues bien se concibe, que si las dos fuerzas antagonistas fueran iguales el equilibrio y la ausencia de toda manifestacion geo-dinámica seria la consecuencia legítima de tal estado.

6.° Que las conmociones deben partir de las regiones directamente afectadas por las presiones interiores

y principalmente de aquellos puntos por debajo de los cuales pasan los puntos culminantes de olas, pues en ellos reside la mayor potencia deformativa; sin que por esto dejen de tener participacion en los fenómenos que ocurran las presiones adlateres por cuanto estas refuerzan y aumentan el efecto de las primeras.

7.° Que la velocidad de propagacion de los temblores dependerá de la velocidad con que progresen los puntos culminantes de las olas, de la fuerza de estas y de las resistencias que tengan que vencer en su camino; es decir, del movimiento aparente y verdadero de la Luna al rededor de la tierra, de la distancia entre estos dos astros y de las condiciones físicas de los terrenos que sucesivamente vayan pasando por encima de las olas. De donde resulta una velocidad teórica de 3 ½ millas geográficas para la marcha de aquellas, y por consiguiente de los sacudimientos, en razon de que la Luna completa su revolucion diurna en 24 horas y 51 minutos, como ya lo hemos dicho; siendo digno de notarse aquí, que tal resultado solo podrá comprobarse con terremotos de gran poder, pues las pequeñas sacudidas caminan poco, se apagan pronto y no se prestan por lo mismo á una observacion atenta y rigurosa.

8.° Que siendo tanta la velocidad con que las olas cambian de situacion, las conmociones terremóticas tienen que ser fugaces, de cortísima duracion y semejantes á golpes ó convulsiones eléctricas.

9.° Que la fuerza absoluta de los temblores debe guardar muy estrechas relaciones con las diversas posiciones y distancias que median entre la tierra, el Sol y la Luna, pues bien sabido es, que si dichos astros se aproximan entre sí, sus influencias atractivas aumentan; si se alejan disminuyen, si se colocan en una misma direccion se ayudan y si se disponen en ángulo se combaten recíprocamente.

10. Que la fuerza relativa de los sacudimientos dependerá de la calidad especial de los terrenos, pues es claro que mientras mas duros y compactos sean estos, tanta mayor dificultad habrá para removerlos, y al

contrario, es decir, que mientras mas flojos y porosos estén, tanto mas fácilmente serán sacudidos y aun trasportados de un lado á otro.

11. Que segun lo expuesto la marcha de los temblores por los continentes, exigirá mucha mas fuerza que su propagacion por el fondo de los mares, y que su trasmision, en este último caso, debe hacerse poco mas ó menos, con la misma velocidad, que las aguas tendrian obedeciendo á la misma fuerza, esto es con la velocidad de las altas mareas.

12. Finalmente que cuando las presiones interiores no sean bastantemente fuertes para vencer los obstáculos que se opongan á su empuge ó á su marcha, tendrán que reflejarse y dirigirse despues en diversos sentidos, bajo la forma de radios nacientes todos del centro de culminacion. De lo cual provienen las distintas direcciones en que suelen sentirse los temblores. Y en esto consiste porque las observaciones acerca de un mismo terremoto dan muchas veces direcciones tan variadas.

Conforme á los mismos principios, fácil es demostrar, que los terremotos de gran poder pueden abrir y cerrar grietas en los terrenos fuertemente sacudidos; que despues de un terremoto magno puede y debe haber en el mismo lugar otros de mas ó menos significacion; que la formacion de nuevas Islas y las erupciones volcánicas deben ser provocadas por las presiones centrífugas del fuego central; que los terremotos y los volcanes deben ser mas numerosos y funestos en las regiones intertropicales, y parte de las templadas, &, &.

Ya hemos visto que los sacudimientos de la corteza terrestre se deben á las presiones ante-dichas; que su primera manifestacion debe ser una sacudida vertical de abajo arriba; que su propagacion consiguiente á la progresion de las olas debe hacerse de Oriente á Occidente y que su fuerza depende por una parte de las condiciones astronómicas referidas, y por otra de la naturaleza particular de los terrenos puestos en movimiento.

Pues bien: supongamos ahora, que propagándose las ondas de conmocion por un terreno duro y compacto pa-

sen repentinamente á otro flojo y poroso—¿que sucederá entónces?—indudablemente la formacion de una ó mas grietas, pues siendo rápida y poderosa la comunicacion del movimiento horizontal, las moléculas del terreno flojo serán empujadas hácia adelante, condensadas y separadas por consiguiente del terreno que las precede; pudiendo aun resultar esto mismo en toda clase de terrenos, cuando las sacudidas son violentas y sumamente rápidas, pues en tales casos, las regiones primeramente movidas, como los sacudimientos son fugaces, van quedándose atras con muy poca ó ninguna velocidad, mientras que los posteriormente agitados se adelantan y tienden á separarse de aquellos con la velocidad que de la fuerza seismica reciben. Se formarán, pues, por esta causa, rajaduras trasversales estendidas de Norte á Sur y cruzadas por lo tanto con la direccion que siguen los temblores al propagarse.

La desaparicion de las grietas puede explicarse del mismo modo y por las mismas causas; es decir, por la repeticion de nuevas sacudidas que produciendo efectos semejantes á los primeros, empujan y tienden á unir los terrenos separados, mientras que por otro lado abren nuevas grietas y provocan otras muchas y variadas quebraduras en el terreno que sufre.

La repeticion de los temblores en un mismo lugar despues de un gran terremoto, parece tambien, una consecuencia natural y legítima de la teoría.

Sabido y fácil de comprender es, que los puntos culminantes de olas no son puntos matemáticos, sino superficies de alguna consideracion, á causa de que la forma elipsoidea que tiende á tomar la materia ignea no se realiza por la resistencia misma de la corteza; que por consecuencia de esto, la presion de los oleages interiores se difunde y abraza una region considerable de la tierra; que por efecto de la rotacion del globo, todos los puntos de esa superficie de culminacion, tienen que ir pasando por debajo de la misma localidad, y que si la resistencia de la corteza fuera vencida por los primeros empuges de una oleada, los demas puntos de culmina-

cion, que vienen á obrar en seguida sobre la region desquiciada, actuarian sobre ella con mas éxito que sobre otra cualquiera de las circunvecinas. Lo cual explica la sucecion y frecuencia de las sacudidas en el mismo dia del cataclismo.

Por otra parte siendo la Luna, ségun la teoria, la causa determinante principal de los temblores, claro es que mientras dure la energia de aquella, dichos fenómenos mantienen viva la razon de su sér; y de aqui proviene su repeticion en los dias sub-siguientes; su persistencia por muchos meses y su desaparicion lenta, gradual y sucesiva, salvo algunos casos de recrudescencia necesaria por circunstancias especiales, pero naturales y previstas por la teoria, como despues lo haremos ver.

A primera vista parece dificil hallar la razon de todo esto, pero basta un momento de atencion y el recuerdo de las mas ligeras nociones de astronomía para salvar todas las dificultades.

Ya hemos dicho que la Luna tiene dos movimientos distintos al rededor de la tierra, y sabido tambien es que la órbita de aquella, corta en dos puntos á la eclíptica; que los nodos varian constantemente de posicion caminando de Oriente á Occidente; que su movimiento en este sentido es lentísimo pues solo avanzan 3′, 10″, 38‴ y 40⁗ por dia y que de su situacion en la eclíptica depende la posicion respectiva del perigeo lunar, como asi mismo del ángulo que forma la órbita de la Luna con la terrestre que ahora es de 5° pero que tambien es variable con el tiempo.

Ahora bien: si se supone que la Luna en un momento dado, haya provocado un gran terremoto por efecto de su mayor inmediacion á nosotros y por el concurso de algunas otras circunstancias que favorezcan su influencia atractiva sobre la tierra, claro es que en los dias sub-siguientes al del cataclismo, cuando aquella repite su influencia sobre la region desquiciada, provocará otra vez nuevas sacudidas en esta, si bién mas débiles, á causa de que su movimiento de traslacion la hace caminar 12° de su órbita cada 24 horas; y en razon de que las

otras causas concurrentes se debilitan ó se anulan por su consiguiente dispersion. Pero bien se concibe que siendo el movimiento de la Luna mucho mas rápido que el del Sol, y no cambiando sensiblemente la longitud del perigeo sino en el trascurso de muchos meses se volverán á repetir periódicamente posiciones astrónomicas de tierra, Sol y Luna mas ó menos análogas á la primera; y por consiguiente capaces de producir nuevos terremotos, como en efecto ha sucedido; siendo á este respecto las zizigias mas influyentes que las cuadraturas. Y esto explica no solo la frecuencia y repeticion de las sacudidas seismicas en los primeros dias despues del cataclismo, su desaparicion gradual y su ausencia por largo tiempo, sino tambien, su persistencia por muchos meses con recrudescencias periódicas, y lo que es mas aun, dá razon de la aparente contradiccion que en tales casos se nota entre la teoria y los hechos, pues no son solamente las diversas faces de la Luna en el periodo de cualquier mes las causas que puedan conmover la tierra, sino el conjunto de todas las circunstancias astronómicas y geológicas que rodean á un lugar.

Asi pues las objeciones que se le hacen á Falb, fundadas en que despues del 13 de Agosto ha temblado la tierra fuera de las condiciones teóricas de su doctrina, revelan que esta no ha sido comprendida por los replicantes.

Con respecto á los solevantamientos y á la formacion de los volcanes, ya hemos indicado, y fácil es de comprender, que la misma fuerza seísmica dá razon cumplida de su existencia, como asimismo, de todas las particularidades que ofrecen. La formacion de nuevas Islas y su desaparicion en algunos casos; el descenso mas ó menos sensible de los terrenos en ciertas localidades; la muerte aparente de muchos volcanes; la sobre actividad de algunos, y la periodicidad mas ó menos marcada en sus erupciones &, todo se explica perfectamente por esta teoria, que bien pudiéramos designar con el nombre de «Geo–Astronómica» en razon de los elementos que la constituyen.

Todos estos fenómenos considerados en su orígen y en sus diversas manifestaciones, son dependientes de la misma causa terremótica; y no se diferencian de los temblores sino en la forma; en el fondo son idénticos, por lo que no insistiremos mas sobre este asunto. Y para concluir con el analisis de esta parte solo agregaremos aquí dos palabras con respecto á las localidades, que segun la teoria, deben sufrir mas las funestas influencias del fuego central.

Segun Falb, «los parages de la tierra que parecen mas expuestos á los sacudimientos por el corazon interior de la misma, deben ser aquellos bajo los que se encuentran los puntos culminantes de olas,» es decir, las diversas regiones de la zona tórrida y parte de las templadas; cosa que naturalmente se desprende de los principios ya sentados, porque las presiones son determinadas, principalmente, por los puntos culminantes de aquellas, que deben encontrarse en la direccion del centro del Sol ó de la Luna; cuyos astros, como se sabe, operan su mayor influencia sobre los lugares indicados; pues la mayor declinacion del primero nunca pasa de 23½ grados á cada lado de la línea equinoccial, y la segunda solo puede avanzar 5 grados mas que el Sol á cada lado de la zona tórrida.

«Pero como no solamente los puntos culminantes de las olas, sino tambien otras partes de cada ola, pueden conmover ó levantar la corteza terrestre, á causa de la diversa intensidad del máximun de presion, se estiende por eso la zona de los temblores en direccion á los polos; siendo esta misma la razon porque tanto la violencia cuanto la frecuencia de estos, debe disminuir con la creciente distancia del ecuador.»

Aquí pudiera observarse, que la preponderancia posible de la fuerza interior de los oleages de la materia ignea, sobre la resistencia de la costra sólida que la envuelve, no está demostrada; y esto es verdad. Nosotros tambien hemos dicho en la conclusion de nuestro análisis sobre los principios fundamentales de esta teoria, que la experiencia es por ahora la única que puede res-

ponder categóricamente á este respecto; pero si se admite la existencia del fuego central; si se toma en cuenta que el radio de la masa termo-líquida debe ser de 3940 millas gecgráficas, poco mas ó menos, teniendo solamente de 20 á 25 el espesor de la corteza terrestre, y si ademas se considera que la fuerza se mide por el producto de la masa multiplicada por la velocidad, fácilmente se comprenderá, que por pequeña que sea la tendencia deformativa del nucleo incandescente, la fuerza de empuge de sus oleages, será siempre muy poderosa en comparacion de la débil resistencia que se le ofrece; y por consiguiente se vé claro tambien la posibilidad de su preponderancia en circunstancias tan especiales como son las que Falb considera y que pronto analizaremos.

En conclusion: si el fuego central existe, tal como lo supone Falb, creemos que sus explicaciones teóricas son rigurosamente lógicas.

## CAPITULO II.

### CONFORMIDAD DE LA TEORIA CON LOS HECHOS.

Las reglas del buen criterio, de acuerdo con los intereses bien entendidos dela ciencia, y sobre todo, de aquellas que se refieren al mundo físico, aconsejan mirar con cierta reserva todo sistema cuyo punto de apoyo no parte de la naturaleza misma; pues bien sabido es, que la experiencia es la piedra de toque para toda teoria fundada á priori. Y es por esta razon, sin duda, que Falb acatando como debia, este salvador principio de las ciencias cosmológicas, despues de haber desenvuelto su teoria, conforme al espíritu de la filosofia reinante hoy en su patria, vuelve luego los ojos al mundo real, para buscarse un apoyo mas sólido y positivo en el campo de los hechos; y cosa singular, los hechos recogidos por los mas hábiles observadores están de acuerdo con las deducciones teóricas de dicho astrónomo.

Todas las obras de geologia están llenas de observa-

ciones concordantes con los principios de Falb; y sobre todo la historia de los fenómenos que acaba de ofrecernos el gran terremoto del 13 de Agosto. Tal vez en todo esto no haya mas que simples analogias ó coincidencias, como algunos han dicho; pero no deja de llamar sériamente nuestra atencion, la particularidad de que tanto la ciencia, como la experiencia, se armonicen á este respecto de una manera tan lógica, tan natual y tan constante; lo cual ya es mucho en favor de esta teoria. Por cuya razon nosotros juzgando ahora con imparcialidad, y sin atrevernos á fallar sobre la realidad de las cosas, diremos solamente, que la teoria de Falb, como teoria, es una de las que mejor explica los fenómenos, es decir, los temblores y las erupciones volcánicas.

Finalmente creemos innecesario reproducir aquí las pruebas de hecho que Falb presenta en apoyo de sus conclusiones teóricas, desde que su folleto está hoy al alcance de todos.



# TERCERA PARTE.

---

De las condiciones físicas que pueden servir para el pronóstico de los temblores.

## CAPITULO I.

### CONDICIONES TEÓRICAS.

Segun Falb, dos son las condiciones generales, cuyo conocimiento, puede darnos la clave, para el pronóstico de los terremotos y de las erupciones volcánicas: 1.ª la fuerza absoluta de las presiones interiores, y 2.ª las modificaciones intensivas que estas pueden sufrir por las diversas posiciones y distancias de los astros, Tierra, Sol y Luna entre sí. Acerca de la primera ya hemos indicado que su existencia es positiva, bajo la hipotesis del calor central; pero su preponderancia sobre la corteza terrestre, si bien es probable, como tambien lo hemos dicho, no está, sin embargo, demostrada ni valorizada numéricamente por el autor. Con respecto á la segunda, Falb considera seis factores, como causas determinantes de su mayor influencia:

1.° La situacion de la Luna en su perigeo.

2.° La congruencia de una ola solar con otra lunar.
3.° El pasage de la Luna por el ecuador.
4.° La igualdad de declinacion de dichos dos astros entre si.
5.° La posicion de la tierra en su perihelio.
6.° El pasage del Sol por los equinoccios.

La influencia mas ó menos eficaz que pueden tener estos factores en la determinacion de los consabidos fenómenos se deduce de su simple enunciado; pues bien se concibe que siendo las atracciones del Sol y de la Luna las causas provocadoras de las presiones interiores, estas serán tanto mas enérgicas cuanto mayor sea la proximidad de dichos astros á la tierra; que cuando las dos fuerzas obran en el mismo sentido, sus efectos se sumarán; que cuando cualquiera de los indicados astros pase por el ecuador su accion será mas directa, y ademas duplicada, por efecto de la rotacion de la tierra sobre su propio eje; y finalmente porque cuando sea una misma la declinacion del Sol y de la Luna, sus oleages pueden reforzarse mutuamente y aun hacerse congruentes.

Racional tambien nos parece, que la primera y quinta de estas causas sufran variaciones con el tiempo, y que sus efectos se multipliquen con la concurrencia de los otros factores; pues bien sabido es, que tanto el perigeo lunar como el perihelio de la tierra no son siempre idénticos, sino que varian constantemente, como lo demuestran las observaciones astronómicas; y porque siempre que dos ó mas fuerzas concurren al mismo fin, la resultante tiene que ser mayor que cualquiera de las componentes.

Con estos datos, y prévias las advertencias que dejamos indicadas, en el exámen de las dos partes que preceden, natural es deducir como lo hace Falb, que los temblores y las erupciones volcánicas pueden presentarse cuando se realicen las condiciones expresadas; y mas particularmente, cuando habiendo gran preponderancia de cualquiera de ellos tenga lugar una cooperacion favorable por parte de los otros factores. De don-

de resulta conforme á la teoría, que los temblores deben esperarse con mas seguridad en los casos siguientes:

1.° Cuando la Luna y el Sol estén á su menor distancia de la tierra.

2.° Al tiempo de las zizigias, y cuando se verifique un eclipse solar ó lunar de alguna duracion.

3.° Cuando la luna pase por el ecuador.

4.° Cuando el Sol pase por los equinoccios; es decir, en otoño y primavera.

Por último, conviene observar aqui, que segun los principios de Falb, los terremotos y las erupciones volcánicas pueden atrasarse ó adelantarse á las condiciones teóricas de su existencia. Esto á primera vista parece absurdo y contrario á la teoría; pero bien meditado no solo se descubre la posibilidad de tales hechos, sino tambien su conformidad con las leyes de la mecánica.

Ya hemos dicho en otra ocasion, que la corteza terrestre, por ser porosa, como son todos los cuerpos, y semifluida en sus capas mas profundas, á causa de la incandescencia del nucleo central, sus moléculas no pueden estar íntimamente unidas, sino mas ó menos separadas. Sabido es tambien que mientras mas débil sea una fuerza y mayor sea su descomposicion menores y mas morosos serán sus efectos; y sabido es ademas, que de la fuerza que un cuerpo recibe, una parte se transforma en calórico, y otra se traduce por velocidad. De todo lo cual resulta, como cosa indudable que las presiones de la materia ignea sobre la corteza terrestre, no solo tienen que debilitarse por su consiguiente division, sino que es imposible, mecánicamente su propagacion instantanea por toda la region herida, y que por lo tanto, los efectos de la fuerza seismica no pueden llegar hasta la superficie que habitamos sino con algun retardo relativamente á su orígen. Lo cual explica satisfactoriamente, porque muchos temblores suelen atrasarse mas ó menos, respecto á las condiciones teóricas de su existencia, cuando las causas que las provocan son mas ó menos débiles y fugaces.

Pero no sucede lo mismo con los terremotos magnos, cuya existencia nace de condiciones distintas. Varias causas concurren á su produccion, y bien se concibe que si dos ó mas de los referidos factores, cooperan favorablemente al mismo fin, la resultante de sus acciones combinadas, puede muy bien alcanzar una fuerza suficiente para conmover la tierra, mucho tiempo antes de que se realicen las condiciones teóricas del caso; del mismo modo, y por las mismas razones que dos ó mas fuerzas angulares producen mayor resultante y anticipan sus efectos, sobre un móvil mientras mas y mas se aproximan entre si. De este modo pues, la resistencia de la corteza terrestre podrá ser vencida en ciertos casos por una resultante anticipada, nacida de la super–abundancia intensiva de las fuerzas concurrentes, y habrá temblor por consiguiente, sin causa ostensible, ó por fuerzas que aparentemente se engendran despues que sus efectos; siendo asi que aquellas no solo son reales y positivas sino tano tambien preexistentes y super–abundantes en sus legítimas manifestaciones. Lo cual explica por otra parte, porque los grandes cataclismos suelen venir presididos por ligeras sacudidas; porque los volcanes de las regiones que han de ser heridas por los fuertes oleages interiores, se sobreexitan antes de un terremoto, y finalmente porque despues de un gran temblor suelen presentarse otros de mas ó menos fuerza que el primero.

Terminaremos esta parte, haciendo notar aqui dos importantes observaciones del señor Dr. D. Juan de Barrenechea, que concuerdan con los principios de Falb, y que bien pudieran servir, como datos de mucha significacion, para el pronóstico de los fenémenos de que nos vamos ocupando: 1.ª que los grandes terremotos, en una misma localidad, solo pueden presentarse bajo la mansion dragónica respectiva; es decir, cuando cualquiera de los nodos de la Luna pasa por alguno de los signos eclípticos correspondientes; y 2.ª que tales fenómenos se verificarán con mas seguridad, cuando los eclipses máximos ocurran en las zizigias mas concéntricas del

Sol y de la Luna, teniendo esta, uno de sus nodos, en la misma declinacion que la region considerada. De donde deduce:

1.° Que cuando la declinacion del nodo influyente corresponda directamente á la region de los mares, ó á lugares inesplorados, los cataclismos que en estos ocurran, pueden pasar sin que jamas tengamos noticia de ellos; como es natural que suceda. Razon por la que ciertas posiciones astronómicas, pasan segun el, sin ser sentidas, y porque muchas veces parece que falla la teoría, cuando en realidad lo que únicamente falta, es, la observacion.

2.° Que las influencias terremóticas del Sol y de la Luna, serán muy débiles, y á veces nulas, cuando las conjunciones y oposiciones de dichos astros sean muy exéntricas; y esto, por efecto de su misma exentricidad.

3.° Que las conjunciones y oposiciones mas temibles para esta capital, serán segun la teoría, las que sucedan á eso del medio dia, cuando alguno de los ńodos se halla á los 27 grados y 54 minutos de Acuario, ó á los 2 grados y 6 minutos de Escorpion; por ser estos los signos eclipticos que pasañ todos los dias por nuestro senit, y que tienen por lo tanto la misma declinacion de Lima; esto es 12 grados y 15 minutos.

Consecuencias que como se vé, pueden salvar muchas de las obgeciones que se le hacen á la teoría de Falb, y que prueban una vez mas, la prioridad de Barrenechea en este asunto.

## CAPITULO II.

### DATOS HISTORICOS.

Segun Falb, muchos son los hechos, bien observados, que comprueban su doctrina en esta parte; y sabemos que con el fin de corroborar mas sus ideas á este respecto, ha recopilado muchos hechos que abrazan un periodo de veinte años, como ya lo hemos indicado; pero en su folleto que tenemos á la vista, solo refiere unos

cuantos, que no dejan de ser sorprendentes, por su perfecta conformidad con los principios que dejamos analizados.

1.° En el año de 786 hubo en Roma, segun el historiador Eusebio, un eclipse solar, acompañado de un gran temblor.

2.° Segun Aurelio Victor, en tiempo de Cesar, surgió á la superficie del mar de Egea, una gran Isla durante un eclipse lunar.

3.° Ovidio, canta igualmente, que á la muerte de César y de Virgilio, tuvieron lugar fenómenos semejantes.

4.° La Isla de Nea–Kanmenni se formó el dia 3 de Abril de 1707, despues de un eclipse lunar que tuvo lugar el dia 2.

5.° La ciudad de Cumaná fué totalmente destruida el 14 de Diciembre de 1797, despues de un eclipse solar que tuvo lugar el dia 10 y de otro lunar que habia presedido al primero.

6.° El 12 de Agosto de 1804 hubo una fuerte erupcion del Vesubio, despues de un eclipse solar que tuvo lugar el dia 5, y de otro lunar que tambien precedió al primero.

7.° Finalmente el dia 13 de Agosto del año próximo pasado, Arequipa y otros puntos de nuestra República fueron arruinados por un espantoso terremoto; y 5 dias despues hubo un eclipse solar de mucha duracion. Siendo digno de notar que tal fenómeno fué anunciado por Falb é principios del año de 1869, segun el mismo lo dice, refiriéndose al periódico astronómico–popular «Sirius» tomo 1 pág. 40.

M. Perrey que tambien se ocupa de este mismo asunto, hace ya muchos años, despues de un análisis prolijo, sobre numerosísimos hechos que con infatigable perseverancia lleva recojidos, ha llegado poco mas ó menos á las mismas conclusiones que Falb, y nuestro citado Barrenechea, que sin duda ninguna es el primer fundador de esta teoria, comprueba igualmente sus asertos, con una larga lista de 154 observaciones, referentes á los terremotos magnos que han tenido lugar en casi todo el

orbe conocido, desde la venida del Mesias hasta el año de 1734 en que se reimprimió su opúsculo ya citado; y de las cuales solo insertaremos aquí las que se refieren á nuestra República.

Año 1582. En Arequipa hubo este año un gran terremoto que derribó casi toda la ciudad. Refiérese este suceso en la historia de Antonio de Herrera, decada 5.ª página 233. Hallose la cabeza del Dragon (*) cerca del signo de Acuario.

Año 1586. En Lima acaeció un notable terremoto á 9 de Julio de que se hace conmemoracion en esta ciudad el dia de la Visitacion de Santa Isabel, por haber sucedido en su octava este horroroso efecto. Estaba la cabeza del Dragon inmediata á Escorpion al tiempo del terremoto.

Año 1600. Este año á 14 de Febrero reventó el gran volcan de Arequipa, con espantosos temblores de tierra. El estrago que en la ciudad, y en sus contornos se experimentó fué grande, como se refiere en la crónica de San Agustin, de la provincia de Lima, que escribió el Padre Fray Bernardo de Torres. Hallóse en este infausto dia, en 2 grados, 37 minutos y 4 segundos de Acuario la cabeza del Dragon.

Año 1604. En la misma ciudad de Arequipa, dia de Santa Catalina, acaeció otro terremoto que asoló mucha parte de los templos y casas: como se refiere en la crónica de San Francisco de la provincia de Méjico, que escribió el Padre Fray Juan de Torquemada. Hállose la cabeza del Dragon en el primer dia de Enero de este año, en 14 grados, 39 minutos y 2 segundos del signo de Escorpion.

Año 1609. Este año hubo un terremoto semejante al de 1586. Refiérese en la interpretacion de leyes del Dr. D. Francisco Carrasco. Hallóse la cabeza del Dragon, al principio de este año, en 7 grados, 25 minutos y 52 segundos de Acuario.

---

(*] Barrenechea llama cabeza y cola del Dragon á los nodos boreal y austreal de la Luna.

Año 1618. En la ciudad de Trujillo, dia de San Valentin, 14 de Febrero, hubo un horrendo terremoto, que causó mucho estrago, como se refiere en la historia matemática del Padre Juan Sahn. Hallóse la cabeza del Dragon en 11 grados del signo de Acuario.

Año 1630. En Lima el dia 27 de Noviembre, en que se celebra la solemne fiesta de Nuestra Señora del Milagro, acaeció un espantoso terremoto que causó mucho estrago en toda la ciudad. Hallóse en este fatal dia la cola del Dragon en 23 grados, 15 minutos y 39 segundos del signo de Escorpion.

Año 1650. En la ciudad del Cuzco á 31 de Marzo, á la una del dia, sobrevino un formidable terremoto: y hasta ponerse el Sol se contaron mas de 400 temblores: y todos los años dicho 31 de Marzo, se hacen rogativas y procesion general por las calles de aquella ciudad. Estaba la cola del Dragon en 19 grados y 30 minutos de Escorpion: se mantuvo en dicho signo hasta fines de Diciembre y se contaron 1500 temblores.

Año 1655. En Lima, á 13 de Noviembre, hubo un gran terremoto que arruinó los mas suntuosos templos y casas: y por muchos dias salieron los habitantes de esta populosa corte á vivir en el campo, de que resultaron muchas enfermedades y muertes, como lo refiere D. Juan de Figueroa, en sus opúsculos astronómicos. Hallóse la cabeza del Dragon en 48 minutos de Acuario en aquel infausto dia.

Año 1664. En la ciudad de Ica, cincuenta leguas distante de Lima, el dia 12 de Mayo, hubo un formidable terremoto, que asoló muchas casas y templos, como se refiere en la vida del venerable Padre Francisco del Castillo, de la compañia de Jesus. Estaba la cola del Dragon en 16 grados y 27 minutos de Acuario.

Año 1678. El dia 17 de Junio acaeció en Lima un notable terremoto, que maltrató muchas casas y templos, como se refiere en la vida de Santo Toribio, Arzobispo de Lima. Hallóse la cabeza del Dragon, en 13 grados y 49 minutos de Escorpion.

Año 1687. El dia de San Julian, 28 de Enero, se ex-

perimentó en la villa de Huancavelica un horrendo terremoto, que asoló muchas casas y derribó templos: y por ser tan notorio este acontecimiento no se cita autor que lo califique. Hallose la cola del Dragon en 27 grados del pernicioso signo de Escorpion.

Año 1687. El dia 20 de Octubre sucedió en Lima aquel gran terremoto, cuyo horroroso estrago, será inmortal monumento [de los habitantes de esta ciudad; y habiendo sido el primero á las cuatro horas de la mañana, repitió otro mayor dos horas despues. Hallóse la cola del Dragon aquel dia en 13 grados de Escorpion. Durante esta mansion empesó la esterilidad de los campos de Lima y demas poblaciones inmediatas.

Año 1697. El dia de San Miguel 29 de Setiembre, hubo en Lima un terremoto formidable, que se refiiere en la vida de Santo Toribio, Arzobispo de Lima. Estaba la cabeza del Dragon en 48 minutos de Escorpion.

Año 1699. El dia de San Buenaventura, 14 de Julio, hubo en Lima un gran movimiento de tierra, que maltrató algunas casas. Hallóse la cabeza del Dragon cerca de Acuario.

Año 1715. En la villa de Moquegua, 22 de Agosto, se experimentó un formidable terremoto que asoló algunos pueblos. Hallóse la cabeza del Dragon en 15 grados de Escorpion.

Año 1716. En Lima, como es notorio á todos acaeció el dia de Santa Dorotea, 6 de Febrero, un gran movimiento de tierra. Estando la cabeza del Dragon en 6 grados de Escorpion.

Año 1719. En la ciudad de Huamanga, á 17 de Junio, hubo un notable movimiento de tierra, que maltrató muchas casas. Hallándose la cola del Dragon á los umbrales de Acuario.

Año 1725. El dia 6 de Enero hubo en Lima un terremoto, que maltrató algunas casas, y atemorizó mucho á los habitantes de esta ciudad. Hallóse la cola del Dragon en 14 grados y 50 minutos del signo de Escorpion.

Año 1725. El dia 8 de Enero acaeció en la ciudad

de Arequipa un espantoso movimiento de tierra, que maltrató algunos edificios. Hallóse la cola del Dragon en 14 grados y 39 minutos de Escorpion.

Año 1732. El dia 2 de Diciembre, á la una de la mañana, spbrevino en Lima un espantoso terremoto, que maltrató algunas casas. Hallándose la cabeza del Dragon, á poca distancia del signo de Escorpion. El dia antes de este terremoto hubo un eclipse de Luna, tan concéntrico que duró 3 horas y 40 minutos.

Por último, agregaremos aquí que segun nuestros cálculos, el gran terremoto de 1746, en 28 de Octubre, tuvo lugar estando la cabeza del Dragon cerca de Acuario; el del Domingo de Ramos de 1828, estando la misma, muy cerca de Escorpion; el de 22 de Aril de 1859, estando la referida cabeza, dentro del signo de Acuario, el de 13 de Agosto de 1868, estando la cola dentro de este mismo signo; á donde penetró el dia 1.° de Junio de 1868, y de donde no debe salir hasta el 14 de Enero de 1870.

Como se ve pues, por todos los hechos que acabamos de citar la teoría Geo-Astronómica no carece de pruebas que patentizan la racionalidad de sus explicaciones; pero creemos que á pesar de todo lo expuesto, no deja esta de ser una hipótesis, que si bien explica los fenómenos de la fuerza seismica, no tiene todavia la evidencia que seria de desear para tomarla como fundamento seguro de una profesia. Y á este respecto la juzgamos con un valor semejante al de otras muchas hipotesis, que si bien explican, satisfactoriamente tambien, los hechos á que se refieren, son sin embargo falibles en sus pronósticos, en razon de que las causas fisicas jamas obran con independencia completa y absoluta, como la experiencia lo demuestra, sino favorecidas ó contrariadas por otras varias causas, cuyo grado de influencia, y aun su existencia misma, muchas veces ignoramos.

Por ejemplo, todo el mundo sabe que la causa de los vientos y de las lluvias es la desigual distribucion del calórico en la atmósfera; que dichos fenómenos son mas

ó menos frecuentes en ciertas estaciones, que su fuerza ó abundancia son mayores ó menores segun las localidades &, pero nadie se atreve á pronosticar la existencia presisa de tales hechos para un tiempo dado y en lugar determinado; y esto que aquí la causa no solo es positiva y eficaz sino perfectamente estudiada. Creemos pues que aun siendo reales y verdaderas las causas terremóticas que hemos examinado, puede suceder muy bien que otras causas desconocidas, las desvirtuen en el momento preciso, impidiéndoles su accion; que el pronóstico de los temblores es por lo tanto bien dificil, y mas que dificil peligroso, para la reputacion científica de quien se avance á desempeñar el papel de profeta en estos tiempos.

Sin embargo, no sería extraño que las ciencias cosmológicas, extendiendo mas sus dominios, y siguiendo la marcha progresiva por donde hoy la empujan los génios que la cultivan, nos hicieran conocer mas tarde todos los secretos de la naturaleza; que por su medio llegáramos á comprender todos los misterios del órden físico, y que auxiliados por el cálculo nos trasportasen un dia, del pasado al futuro con la misma facilidad y rapidez con que hoy trasportan nuestro pensamiento de un mundo á otro mundo, por medio de un simple conductor eléctrico.

En conclusion señor Decano, la teoría Geo-Astronómica como hipótesis explicativa tiene un valor indisputable, y con relacion á sus profesias, creemos que solo la experiencia puede responder afirmativa ó negativamente á este respecto.—Lima, Setiembre 18 de 1869.—Martin Dulanto—Jose Sebastian Barranca.

---

*Lima, Setiembre* 18 *de* 1869.

Leido el anterior informe ante la Junta de Profesores de la Facultad, y con acuerdo de esta: publíquese y resérvese para discutirlo en su oportunidad.—Pedro A. del Solar—Ramon Valdivia, Secretario.

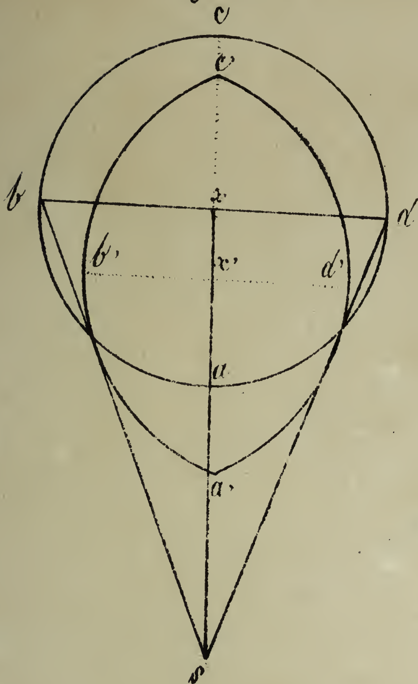



Fig. 2ª

m
d
b
a
x
c
s
s
s